



# ロボット教育におけるTRIZ

～～ブロックロボットのTRIZ教育への適用～～

大津孝佳

電気電子工学科

知的財産分科会

みえサイエンスネットワーク(中学生エネワンGP)

鈴鹿工業高等専門学校



おおつ たかよし  
大津 孝佳

1983: 山梨大学卒業

1985: 山梨大学大学院修了

1985: (株)日立製作所

ハードディスク用**磁気ヘッド**  
の開発・設計・製造に従事  
磁気ヘッドが全ての電子デ  
バイスの中で一番静電気に  
弱い！ → **静電気対策技術**

2003: 日立グローバルスト  
レージテクノロジーズ

2010: 鈴鹿高専電気電子工  
学科教授就任

<未来産業人材育成>



# 企業における知財の重要性

問題発見・解決能力は「技術をもって社会に貢献するエンジニア」にとって必要不可欠である。

企業での製品開発で必要とされるの3つのP

1. Patent (知的財産、特許)
2. Paper (論文、技術資料、報告書)
3. Product (製品)

特に、知的財産は、論文発表や製品発表の際にも確認される重要なものであり、企業活動において不可欠である。



# 高専における知財教育の重要性

高専は、創設50周年を迎え、高専教育の高度化に向けてさらなる改革を進めており、目指すのは“**社会のための高専**”、“**次なる50年に向けての高専**”である。

**次なる50年に向けてのキーワード**は、

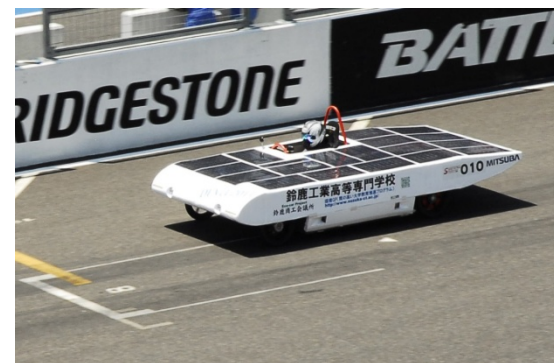
- ① **地域を重視しつつグローバルに活躍できる人材（グローバル人材）**であり、
- ② **環境・資源などの幅広い視野を持って持続的な技術を開発できる人材**であり、
- ③ それらに向けて**発想を展開できる人材（イノベーション人材）**の育成であるとされる。



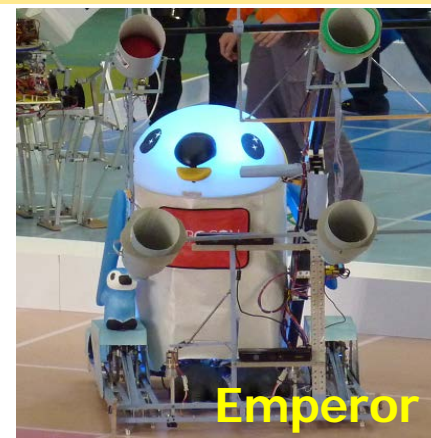


# 鈴鹿工業高等専門学校

鈴鹿高専は鈴鹿サーキットのある三重県鈴鹿市にあります。創立50周年を迎え、世界に羽ばたく**価値創造型のエンジニアの育成**を目指し、ロボコンやエコカーなどの創造的な活動が盛んです。



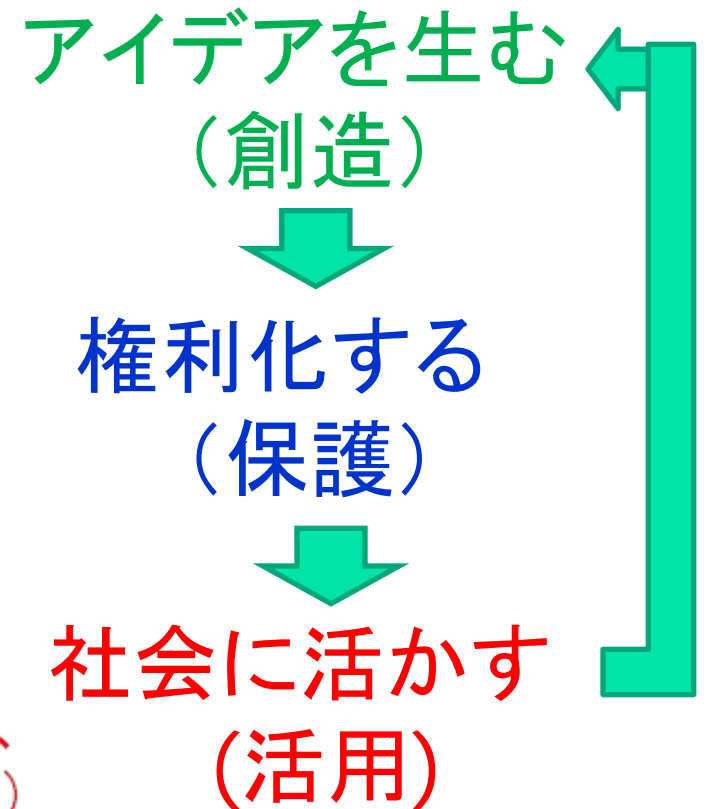
2年連続全国大会に出場し  
**2013 ベスト4**  
**2014 技術賞**



# 鈴鹿高専の知的財産教育活動

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
開発推進校事業	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○ (展開型)			
授業(法学I・法学II)(4年生全学科)	→																
専攻科1年生対象知財セミナー	→																
3年生対象知財セミナー(全学科)	→																
発明クラブでの創造性実験ワークショップ	→																
校内パテントコンテスト 提案件数(件)	→																
											(学校行事化)						
							28	12	6	232	493	667	1283	704(前期末9月→8月)			
課題研究(全学科1~5年生) 受講生数(人)	→																
											22	30	21	34			
新1年生対象入学時知財セミナー	→																
														(新学習指導要領対象学生フォロー)			
												224					
全1年生IPDL検索「情報」	→																
												224					
パテントコンテスト受賞							★ 1件			★ 1件	★ 1件		★ 1件	(ポルト締め忘れ防止コンテスト) (2件)			
地域の課題に学生が取り組む	→																
学会・コンテスト応募(受賞)												3 (1)	3 (3)	5			

# 基本となるイノベーション教育



# 課題研究

## (課題研究の概要)

(学生便覧より)

1. 教員の指導のもと、学生の知的好奇心と多様な分野への学問を喚起させ、勉学への意欲を向上させるために、教員が提示する講義、実習またはフィールドワークで行なう学修とする。
2. (1) **30時間以上**の学修等を行なうこと。  
(2) 内容は指導教員が教授できる高専の学習、授業、実習等の範囲内であること。  
(3) レポート等を作成させること。
3. 評価は、試験又はレポートにより、**1単位**に相当する内容と認められるものとする。





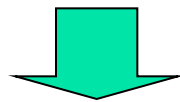
# 課題研究

**目的:** アイデアを形にして、パテントコンテストや学会発表に挑戦、実践的課題解決にTRIZを適用し、アイデアを明細書の作成に活かす。

- (1) 知財の基礎知識の習得、 IPDL検索演習
- (2) 創造教育(パテントコンテスト、学会発表、コンテンツ開発)
- (3) 模擬的出願書類の作成実習

**実施内容:**

テーマ名「アイデア創造法(TRIZ)を学んで、  
アイデアを生み出す力をつける」で、学生を募集。



**受講学生数 34名**

1年生:12名、 2年生:7名、 3年生:7名、 4年生:8名  
(機械:1名、電気:8名、情報:3名、生物・化学:7名、材料:15名)



# 課題研究

# 実施風景



アイデア創生



IPDL検索



明細書作成



発表会



# JST科学技術コミュニケーション事業「地域型」

## 地域産業が育てる未来の科学者「みえサイエンスネットワーク」 ～農水商工から学ぶみえサイエンスネットワークの構築～

北中部の工業、南部の農林水産業や観光業など、三重県内の産業の特色を生かし、理科・科学教育を実践する地域企業と高等教育機関、ボランティア団体との連携による科学技術コミュニケーション活動を行い、地域事業への理解の深化と未来の地域を担う科学者・技術者の育成に取り組むネットワークを構築。

### 長期目標

(1) 理科・科学教育、キャリア教育及び環境教育などの教育活動を、これまで個々に各地域で展開してきた地域企業やボランティア団体と連携を取りながら、高専と大学の科学教育力・技術教育力・研究力を付加して、裾がより広くまた充実した科学技術教育活動を創出する。

(2) イノベーション人材の育成が急務とされる現在、地域と連携した実践的な科学コミュニケーション活動を通してアイデアの創出や改善点の発見などさせたりして知的財産教育にも触れて、科学探求マインドと知財マインドの高揚を図り、創造力を発揮し、自ら考え、知財にも明るい科学技術好きの人材育成を目指す。

(3) 連携教育活動によって得られた教材とその指導方法のノウハウを蓄積し、さらには地域特性やニーズに応じた適切な科学コミュニケーションの提供、すなわち、協力企業や機関、講師等をデータベース化し、誰もがアクセス可能な「みえサイエンスネットワーク」を構築する。そして、各地域での科学コミュニケーションの推進、講師の指導力向上、さらには本事業支援期間終了後の活動の継続と発展に活かす。

# 低年齢からのTRIZ教育の実施

米国ではSTEM教育がなされており、科学、技術、工学、数学教育がバランス良くされている。一方、日本では、科学、数学は受験科目であり、技術の時間が少ない。実技科目としての体育、美術、音楽のクラブと比較し、技術のクラブのある中学校が少なく、STEM教育のバランスの改善が望まれる。そこで、**幼稚園・小学校からの技術への関心と問題発見・解決できる基礎能力の向上**を目的とし、ブロックロボットでのTRIZ教育による創造教育を実施する。



# 地域特性を活かした未来産業人材の育成

モビリティ(自動車産業)

ロボット (自動制御・無人運転)

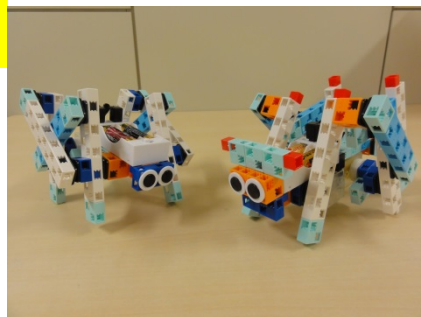
医療 (介護、移動)

⇒ 地域特性を活かした未来産業人材の育成

モビリティ

ロボット

生物



創造型科学教育


環境・エネルギー



体験型科学教育



# みえサイエンスネットワーク科学イベント体系

科学プロセス	形を作る	動く(モータ)	動かす(リモコン)	制御する	体験する	挑戦する
対象	幼稚園	幼稚園				
		小学生低学年	小学生低学年			
			小学生高学年	小学生高学年		
				中学生	中学生	中学生
				高専生	高専生	高専生
創造課題	3Dブロック					
		3Dブロックロボット				
			3Dリモコンロボ			
				3Dマイコンロボ		
					エネワン自転車	
						エネワンカー
創造ツール	3Dブロック創造					
		3Dペン創造				
				3Dプリンター創造		
未来人材育成 連携教育	白子幼稚園_創造性教育					
	松坂こどもの城_工作教室					
	すずかテラス_ブロックロボット教室					
		鈴鹿サーキット_科学教室				
		県立博物館_科学教室				
					中学生・高校生・高専生イノベーション教育	
					中学生エネワン	
	知的財産教育・日本TRIZ協会					

# 地域特性を活かした未来産業人材の育成

## 鈴鹿サーキットを“教育資産”としての活用

### 国際レーシングコース



KV40, KV-BIKE

<中学生>

### ラウンジ



3D科学教室 & 作品展

<幼稚園・小学生>



# 3Dブロックロボット教材について

ブロックは子供達が取り組みやすく、**創造を形**にして確認する良い材料である。また、近年、ロボットや乗り物への関心が高い。アーテック社のアーテックブロック(**3Dブロック**)は全ての面への組み立てができることから、思った形状や機構を実現できると言った点が特徴である。そこで、単三乾電池2本で動く、**2足、4足、6足のロボット**の製作を通じて、ロボットの基礎力を付けるとともに、車輪型ロボットとの融合、更に、小型のマイコンボードでの超音波センサー、接触センサー、モーター、サーボモーター、ブザー、LED、音声合成などの制御を通じて、**課題解決に向けたアイデアの創生と検証と改善**のプロセスが確認できる。



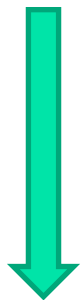


# ロボット教育とTRIZ

ロボット教育は創造教育として育まれており、小中学生の関心が高い。現在、イノベーション人材の育成が叫ばれる中、ロボットへの知的好奇心と融合した創造教育システムが望まれる。その一つにTRIZがある。

## 創造⇒保護⇒活用

- ・アイデアを形にする
- ・動く
- ・動かす
- ・制御する
- ・体験する
- ・挑戦する

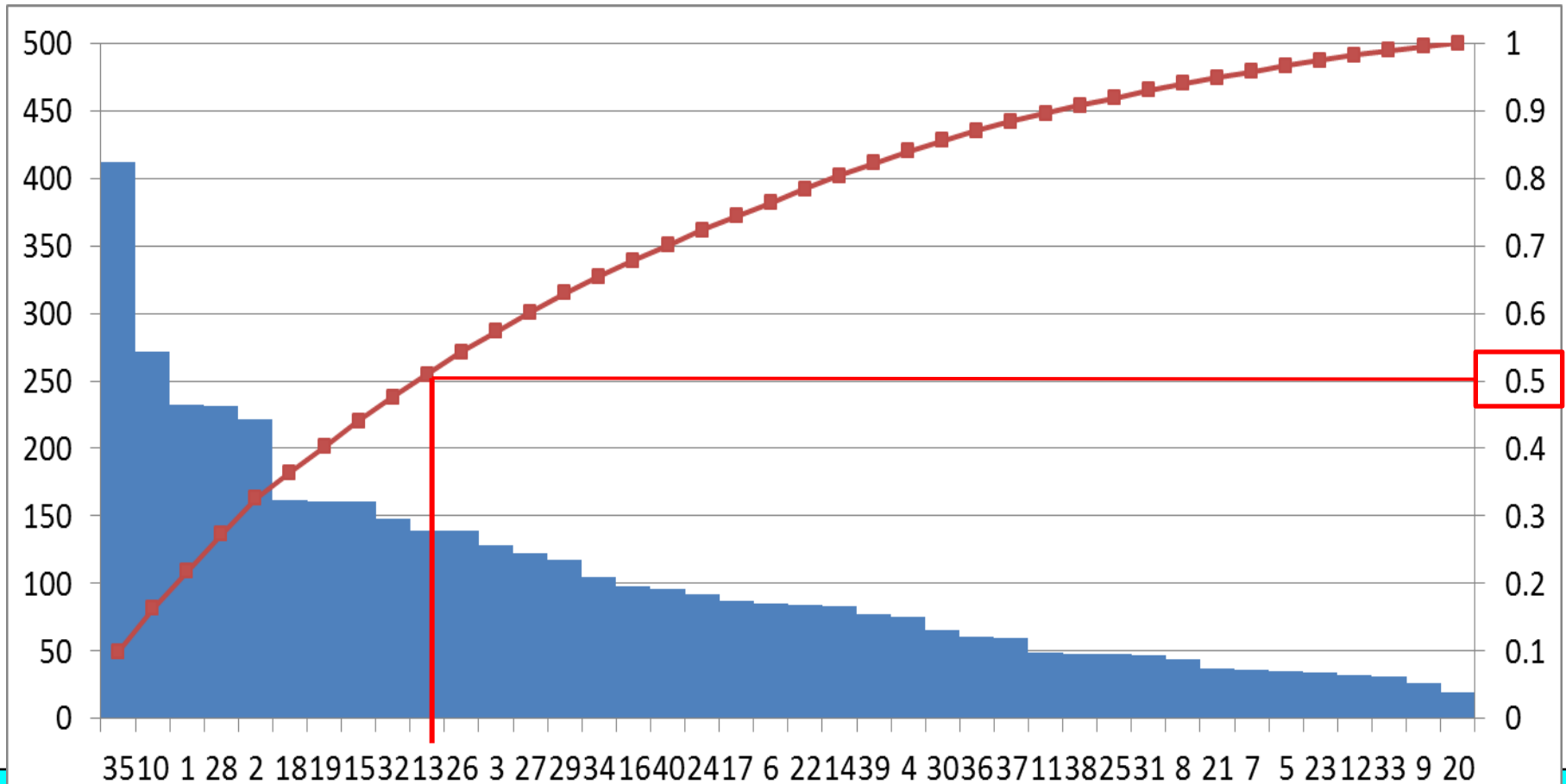


創造教育  
知財教育  
(TRIZ)



# ロボット教育とTRIZ

TRIZの矛盾マトリックの上位10位の発明原理の登場回数は、全体の数の50%に相当する。つまり、上位10位の発明原理を理解すれば、約半分の課題を解決することが出来る。



# ロボット教育とTRIZ

上位10位は、下記の通り、

35:パラメーターの変更

10:先取り作用

1:分割

28:メカニズムの代替／もう一つの知覚

2:分離

18:機械的振動

15:ダイナミックス

19:周期的作用

32:色の変化

13:逆発想

これらは、ロボットを開発する上で重要な要素であることから、小中学生のロボット教育の中に、TRIZの40の発明原理の内の主要項目10の導入を行うことが出来る。

# ロボット教育とTRIZ

## (1) ロボットの制御1

どんなロボットにするか。何を制御したいのかが重要である。  
"発明原理35 パラメーターの変更(もしくは、物体の物理的/化学的状態の変移)"

モーター、サーボモーターを始め、使う環境や状況に応じて、何を制御し、変えることがよいのか。

## (2) ロボットの入出力1

ロボットにあらかじめ備えておく機能(技、武器)を考える。

"発明原理10 先取り作用(もしくは、アクションの先取り)"

音、光、振動、ミサイルなど、あらかじめ機能や構造を考える。



# ロボット教育とTRIZ

## (3) ロボットの構造1

ロボットの構造体の作り方を考える。強度が必要であるが、軽さも必要である。

"発明原理1 **分割** (もしくは、細分化)"

金属やプラスチック、一体型やブロック組立構造など、構造と作り方を考える。

## (4) ロボットへ入出力2

ロボットの知覚としてのセンサーを搭載する

"発明原理28 **メカニズムの代替** / もう一つの知覚 (もしくは、機械的方式の転換)"

どのような**センサー**を搭載するかを考える。



# ロボット教育とTRIZ

## (5) ロボットの構造2

ロボットの構造体の作り方を考える。組立の容易さ、保守性の向上も重要である。

"発明原理2 **分離**（もしくは、分離・摘出）"

ユニット化することで、組立をしやすく、保守性の向上など有効である。

## (6) ロボットの入出力3

ロボットの振動、機械的共振、超音波などの応用を考える。

"発明原理18 **機械的振動**（もしくは、機械的な振動）"

ロボットの移動時の振動、**機械的共振**、**超音波**や**音**を入力や出力に使う。



# ロボット教育とTRIZ

## (7) ロボットの構造3

"発明原理15ダイナミクス（もしくは、ダイナミクス性）"

ロボットの構造を変えること（**変身ロボット**）で、**新たな機能**を生み出す。

## (8) ロボットの制御2

ロボットの機能や構造の動きの制御を行う。

"発明原理19 周期的作用（もしくは、周期的なアクション）"

順序、時間の制御や**プログラム**を行う。小型化のためには、電流の制御ボード（PWM）等ハードとの組み合わせを行う。



# ロボット教育とTRIZ

## (9) ロボットの入出力4

ロボットの入出力、構造、制御に色の変化を使うことを考える

"発明原理32 色の変化（もしくは、色を変える）"

LEDは低消費電力であり、有効に活用できる。

## (10) ロボットの制御、構造

ロボットの構造や制御、入出力にて、逆発想を考える。

"発明原理13 逆発想（もしくは、リバーズ（逆））"

構造、安定性、順番などを逆発想することで、新しい機能が生まれる。





# ロボット教育とTRIZ

ロボットへの要求機能を理解し、その入出力  
(10,28,18,32)、構造(1,2,15)、制御(35,19)、制御と構造  
(13)

と言った**ロボット開発のプロセス**に於いて重要であり、TRIZ  
の40の発明原理の内の主要項目10を認識することが可能  
となる。

つまり、下記の通りであり、プロセスとともに主要10項目の  
理解が出来る。

**入出力**: 10先取り作用、28メカニズムの代替、18機械的振  
動、32色の変化

**構造**: 1分割、2分離、15ダイナミクス

**制御**: 35パラメーターの変更、19周期的作用

**制御と構造**: 13逆発想

# ロボット教育と技術矛盾

ロボット開発での技術矛盾は下記がある。

- ・ロボットを丈夫にすると重くなってしまう。
- ・高い強度と低い重量が求められる。
- ・ロボットを動かす電力は減らしたい。

他にも、

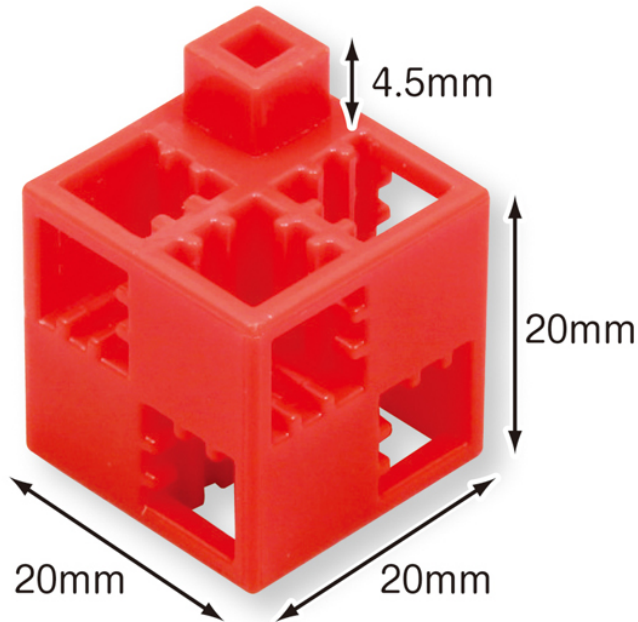
- ・歩行ロボットよりも車輪ロボットの方が、歩行速度が早い。
- ・歩行ロボットは凸凹面でも走行できる。

**3Dブロックロボ教材**を使うことで、**1分割、2分離、15ダイナミクス**などを考え、**検証しやすいことマイコンボードによる制御**として、**モーターやサーボモーター、各種センサー**などを組み入れることができることなど、**技術矛盾への取り組みの教材として有効**であることが分かる。



# 3DブロックロボでのTRIZの実践例①

(幼稚園)



< アイデアを形に！ >

「直線に並べる」  
⇒ 3D形状、色、機能  
を付けるまで成長を確認



# 3DブロックロボでのTRIZの実践例②

(小学生)



＜動く、動かす＞  
歩行ロボット、車輪ロボット  
⇒サッカーロボットなど  
新機能の追加などが確認



# 3DブロックロボでのTRIZの実践例③

(中学・高専)

＜制御する＞

マイコンボードで  
サーボモーターを制御  
音や光を制御



ヘビ型ロボット  
ダンスロボ

# 3DブロックロボでのTRIZの実践例④

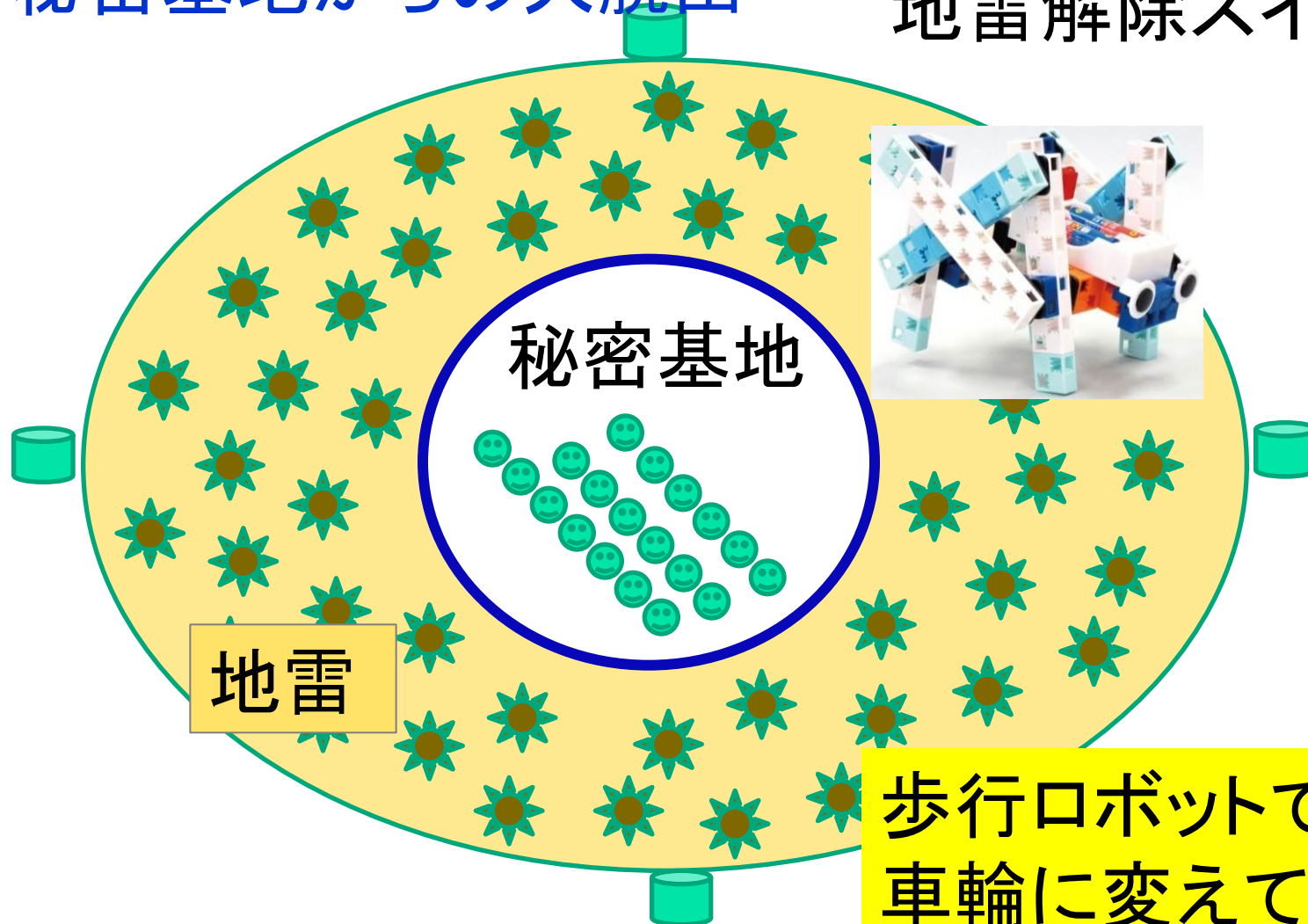
## 秘密基地からの大脱出

- 秘密基地に18人の隊員が閉じ込められた。
- 60分で秘密基地は爆発する。
- 秘密基地の周りに地雷エリアがあり、車輪は使えない。
- 地雷をOFFにするスイッチが地雷エリアの外にある。
- 歩行ロボットは地雷エリアを移動できる。
- 秘密基地には2足or 4足 or 6足で動くロボットの部品がある。
- 2足は1人乗り、4足は4人乗り、6足は6人乗りである。
- 参考になる設計図はあるが、そのままでは動かない。
- 使える乾電池は単三2本のみ。
- 地雷をOFFにすれば車輪ロボットを使うことができる。
- 車輪ロボットは5人乗り。
- 60分以内で全員を脱出できるか

# 3DブロックロボでのTRIZの実践例④

秘密基地からの大脱出

地雷解除スイッチ



歩行ロボットで往復  
車輪に変えて往復など  
状況に応じて対応する力



# 3DブロックロボでのTRIZの実践例⑤



3Dブロックカー

- ・強度UPの組み方
- ・外れにくい付け方

課題を乗り越え  
エネワンGPに出場  
⇒デザイン賞受賞



幼稚園

中学生2



# 中学生エネワングランプリに挑戦！

エネワングランプリとは、充電式電池40本で、7.8%勾配のある鈴鹿サーキット(5.807km)を3周するというものである。

## <地域ニーズ>

- ①鈴鹿サーキットのモータースポーツ人口の裾を広げたい。
- ②県教育委員会・市教育委員会の、理科離れに何か手を打ちたい。
- ③地域産業からは、地域の未来を担う産業人材の育成をしたい。
- ④中学校技術家庭科の先生から、高専ロボコンとの連携、エネワンへの協力など中学生の技術への関心を高めてほしい。

そこで、鈴鹿サーキット、三重県、三重県教育委員会、鈴鹿市、鈴鹿市教育委員会、三重大学等とベクトルを合わせ、夢の電気自動車が開く未来の扉『中学生エネワングランプリ』に挑戦！のイベント開催することとなった。



# 最先端技術を教える & 自ら学ぶ



# F1のコースに向け、活きた科学技術教育

初めての電気自動車！



早く、効率良く走るには！



7.8%勾配を如何上るか！

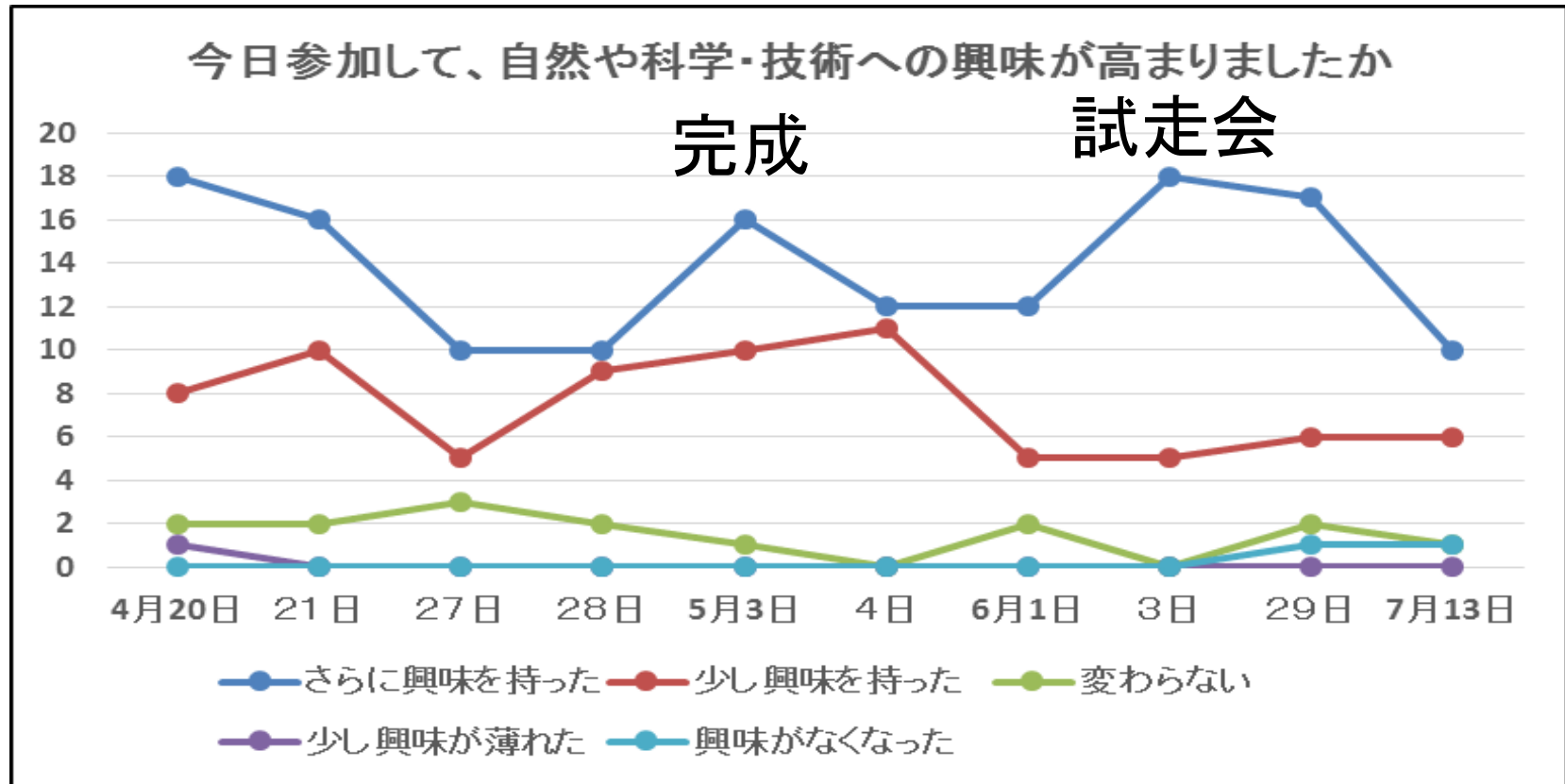


国際レーシングコースへ！



# 中学生エネワングランプリに挑戦！

連続イベントを通じて、モチベーションの変化  
取組の仕方・チームワーク力の育成が分かる



# 中学生が自動車を作るには？

## 3. ローカルな品質の原理

- ・均一な金属でなく、発砲アクリルの両側に炭素繊維を張り付けた**複合材料**とする。

## 10. 予備的作用の原理

- ・炭素繊維に樹脂を含浸させる作業を行うことで、**炭素繊維強化プラスチック**を自作することができる。

## 1. 分割の原理

- ・シャーシ部の平な板の上に、前輪軸、後輪軸が取り付けられる**BOX構造**とする。



中学生の知識で7.8%の勾配を上るには？

## 28. 機械的な手法の置き換え

機械的な効果を, 工学的・音響的または臭いなどの効果に置き換える. 物体との相互作用に電気的・磁氣的・電磁氣的などの場を利用する. 時間の経過につれて固定的なものから可変な場に移行する.

⇒モータと接続する電池の繋ぎ方を高速時と高トルク時で切換える。

48V 直列 5A : 高速走行(平坦)

24V 並列 10A: 高トルク(勾配)



# 中学生エネワングランプリに挑戦！2014

## KV40(電気自動車部門)

- ①中学生White：中学生部門優勝(総合18位/85)
- ②中学生Red：【デザイン賞】受賞

## KV-BIKE(電気自転車部門)

- ③中学生Link1：総合3位/15 (④中学生部門優勝)
- ⑤中学生Link5：総合4位/15 (中学生部門 2位)
- ⑥中学生Link3：総合6位/15 (中学生部門 3位)

地域産業を理解し、イノベーションを体験し、  
地域と共に、課題に挑戦するモチベーションを得



# まとめ

1. 3Dブロックを用いて、アイデアを形に、動く、動かす、制御する、体験する、挑戦すると  
言ったロードマップの沿った創造教育が実現  
できる。
2. 3Dブロックロボット等の活動を通じ、低年齢  
からのTRIZ(10発明原理)の習得ができる。
3. 地域の課題を学生のアイデアで解決する取  
り組みを通じた実践的(活きた)科学技術教  
育(未来産業人材育成)により、地域の未来  
を担う価値創造型のエンジニアの育成を行  
う。





# 謝辞

下記、本校知的財産委員会の皆様に感謝いたします。

電気電子工学科	近藤一之
機械工学科	打田正樹
電子情報工学科	青山俊弘
材料工学科	兼松秀行, 宗内篤夫
生物応用化学科	甲斐穂高, 小川亜希子
一般教養学科	丹波 之宏
学生課	大谷佳範
産学官CD	井上哲雄
総務課・地域連携	藤田時子, 五十棲等, 林 幸雄



# 謝辞

エネワンに関し、下記の皆様に感謝いたします。

鈴鹿高専

埜 克己, 山崎賢二, 万谷義和, 船越邦夫,  
山田伊智子, 益川賢市, 生川和美  
山田 太, 鈴木昌一, 中川朋彦, 猿渡盛久,  
真伏利史, 中川元斗, 森川 哲, 中村勇志,  
西森睦和, 石原茂宏, 高吉康弘, 林 幸雄

地域幼小中学校

田中育子, 澁谷 実, 岸 繁

中学校

藤高洋一, 渥美勇輝, 吉岡利浩,

三重大学

松岡守

鈴鹿モータースポーツ友の会 小崎生磨

アーテック

高畠隆蔵, 橋口泰輔, 中西広記, 吉原理恵





---

**ご清聴ありがとうございました。**